



**Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Curso de Engenharia de Energia**

**DESENVOLVIMENTO DE ENSAIO EM BANCADA  
DIDÁTICA A PARTIR DO USO DO CLP PARA  
O LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE  
APLICADA DA FGA - UnB**

**Autor: Daniela Neves de Lima  
Orientadora: Profa. Dra. Suélia Rodrigues Fleury Rosa  
Co-Orientador: Diogo de Oliveira Costa**

**Brasília, DF  
2016**



**DANIELA NEVES DE LIMA**

**DESENVOLVIMENTO DE ENSAIO EM BANCADA DIDÁTICA A PARTIR DO USO  
DO CLP PARA O LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE APLICADA DA FGA - UnB**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Prof. Dra. Suélia Rodrigues Fleury Rosa

Co-Orientador: Diogo de Oliveira Costa

**Brasília, DF  
2016**

## **CIP – Catalogação Internacional da Publicação\***

Neves de Lima, Daniela.

Desenvolvimento de ensaio em bancada didática a partir do uso do CLP para o laboratório de eletricidade aplicada da FGA - UnB/ Daniela Neves de Lima. Brasília: UnB, 2016.

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília

Faculdade do Gama, Brasília, 2016.

Orientação: Prof. Dra. Suélia Rodrigues Fleury Rosa.

1. Eletricidade Aplicada. 2. Controlador Lógico Programável. 3. Laboratório I. Profa. Dra. Suélia Rodrigues Fleury Rosa. II. Desenvolvimento de ensaio em bancada didática a partir do uso do CLP para o laboratório de eletricidade aplicada da FGA - UnB.

CDU Classificação



## **DESENVOLVIMENTO DE ENSAIO EM BANCADA DIDÁTICA A PARTIR DO USO DO CLP PARA O LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE APLICADA DA FGA – UnB**

**Daniela Neves de Lima**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

---

**Profa. Dra. Suélia Rodrigues Fleury Rosa**  
Orientador

---

**Eng. Diogo de Oliveira Costa**  
Co-orientador

---

**Ma. Marina Pinheiro Marques**  
Membro Convidado

---

**Eng. Gilvandson Costa Cavalcante**  
Membro Convidado

---

**Enga. Yasmin Carneiro Lobo Macedo**  
Membro Convidado

Brasília, DF  
2016

*Dedico este trabalho à minha família, que sempre me incentivou e me apoiou,  
aos meus amigos, à minha orientadora e docentes e à todos  
que fizeram parte dessa jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família que sempre acreditou no meu potencial, demonstrando incentivo e apoio em todos os momentos, me garantindo todo o suporte necessário para cada conquista alcançada.

Meus sinceros agradecimentos à minha orientadora, Profa. Dra. Suélia Rodrigues Fleury Rosa, pela sua dedicação e compromisso e por acreditar no meu trabalho.

## RESUMO

O desenvolvimento tecnológico foi um grande marco na história no cenário industrial. O CLP, Controlador Lógico Programável, é um equipamento eletrônico digital relevante na automação industrial, sendo capaz de controlar e monitorar diferentes tipos de máquinas, equipamentos, dispositivos e processos. Através da validação de atividades como questionários e mini-testes realizados durante as aulas da disciplina de Laboratório de Eletricidade Aplicada da Faculdade UnB Gama, foi notória a falta de percepção e de assimilação do aluno de engenharia com o CLP, que constitui o material de bancada didática pertencente ao Laboratório de Eletricidade Aplicada – LEA do *campus* FGA desde a sua inauguração. O presente trabalho visa planejar a elaboração de uma aula de laboratório com as diretrizes sobre o equipamento, um roteiro de ensaio adotando a utilização do CLP CLIC-02 da WEG em bancadas didáticas do LEA e um tutorial de simulação de um temporizador no software CAdESIMU 2.0. Nos roteiros contidos nos apêndices deste trabalho, almeja-se que o aluno consiga melhor entendimento acadêmico sobre o CLP e, portanto, maior conhecimento para seu futuro profissional. O trabalho busca contextualizar a disciplina de Eletricidade Aplicada, podendo ainda ser ampliado com participação nas disciplinas de Instalações Elétricas, Acionamento em Motores e Proteção em Sistemas Elétricos.

**Palavras-chave:** Eletricidade Aplicada, Controlador Lógico Programável (CLP), laboratório, engenharia, questionário.

## **ABSTRACT**

Technological development was a major milestone in history in the industrial setting. The CLP, Programmable Logic Controller, is a digital electronic equipment relevant in industrial automation, being able to control and monitor different types of machines, equipment, devices and processes. Through the validation of activities such as questionnaires and mini-tests, carried out during the course of Applied Electricity Laboratory at UnB Gama College, the lack of perception and assimilation of the engineering student with the CLP, which constitutes the material of Didactic bench belonging to the Laboratory of Applied Electricity - LEA of the FGA campus since its inauguration. The present work aims to plan the preparation of a laboratory class with the guidelines on the equipment, a test script adopting the use of WEG CLIC-02 CLP in didactic tables of the LEA and a tutorial of simulation of a timer in CAdESIMU 2.0 software . In the scripts contained in the appendices of this work, it is hoped that the student will gain a better academic understanding about the PLC and, therefore, greater knowledge for his professional future. The work seeks to contextualize the discipline of Applied Electricity, and can be expanded with participation in the disciplines of Electrical Installations, Drive in Motors and Protection in Electrical Systems.

Key-words: Applied Electricity, Programmable Logic Controller (PLC), laboratory, engineering, questionnaire.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Bancada Didática Experimental com os principais dos componentes: resistores, wattímetro e voltímetro. ....	5
Figura 2. Chave de acionamento da Bancada. ....	6
Figura 3. Placa P070 pertencente ao LEA com o equipamento CLIC 02 da WEG. Acervo próprio. ....	7
Figura 4. Entradas e saídas digitais do CLIC 02. Fonte: WEG (com adaptações). ....	8
Figura 5. Ciclo de funcionamento do CLP. Elaboração Própria. ....	9
Figura 6. Exemplo de CLP utilizado em uma Usina Hidrelétrica de Corumbá IV no Goiás. Acervo próprio. ....	10
Figura 7. Diagrama de Montagem do ensaio de Temporizador. Elaboração Própria. ....	11
Figura 8. Bancada Didática para o ensaio de Temporizador sem fiação. Acervo próprio. ....	12
Figura 9. Aula Introdutória de CLP no LEA. Acervo próprio. ....	13
Figura 10. Ensaio CLP - Alunos utilizando bancada didática. Acervo próprio. ....	13
Figura 11. Montagem em bancada do ensaio de Temporizador. Acervo próprio. ....	14
Figura 12. Alunos em aula prática da Simulação do Temporizador no software CAdE SIMU 2.0. Acervo próprio. ....	14
 Gráfico 1. Resultado do Questionário pré-aula. ....	 15
Gráfico 2. Resultado do Questionário pós-aula. ....	16
 Quadro 1. Especificações Técnicas do Clic 02. Fonte: WEG (com adaptações). ....	 7
Quadro 2. Variáveis Digitais da Lógica Ladder. Fonte: WEG. ....	10
Quadro 3. Resultado do Questionário Pré-aula. ....	15
Quadro 4. Resultado do Questionário Pós-aula. ....	15
Quadro 5. Resultado do Mini - Teste. ....	16

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CLP	Controlador Lógico Programável
FBD	Diagrama de Blocos de Funções
IHM	Interação Homem-Máquina
LEA	Laboratório de Eletricidade Aplicada
TA	Tecnologia de Automação
TI	Tecnologia da Informação
WEG	Empresa Multinacional Brasileira, WEG S.A.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO .....	1
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.2.1. Objetivo Geral .....	2
1.2.2. Objetivo Específico .....	2
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>3</b>
2.1. ETAPA 01 - Estudo da disciplina de Eletricidade Aplicada. ....	3
2.2. ETAPA 02 - Estudo do Laboratório de Eletricidade Aplicada – LEA. ....	3
2.3. ETAPA 03 - Estudo e desenvolvimento de novos ensaios.....	4
2.4. ETAPA 04 – Desenvolvimento de questionários e mini-testes.....	4
3. EXPLICAÇÃO DAS BANCADAS DIDÁTICAS WEG.....	5
3.1. ASPECTOS GERAIS .....	5
3.2 BANCADA DE ACIONAMENTO DO CLP .....	6
3.2.1. Especificações gerais.....	6
3.2.2. Modelo e Características.....	7
4. ASPECTOS TEÓRICOS .....	9
4.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO CLP .....	9
4.2.1. Aplicação do CLP.....	9
4.2.2. Programação em Lógica Ladder .....	10
5. PRÁTICAS PARA LABORATÓRIO.....	11
5.1. CONHECIMENTOS INICIAIS SOBRE CLP.....	11
5.2. ENSAIO 01 – PRÁTICA DO TEMPORIZADOR EM BANCADA DIDÁTICA .....	11
5.3. ENSAIO 02 – Simulação de Temporizador On-delay no CadeSimu .....	12
6. RESULTADOS OBTIDOS.....	13
6.1. CONHECIMENTOS INICIAIS DO CLP .....	13
6.2. ENSAIO 01 – TEMPORIZADOR.....	13
6.3. ENSAIO 02 – SIMULAÇÃO NO CADE SIMU 2.0.....	14
6.4. QUESTIONÁRIOS E MINI- TESTES .....	15
7. INSTRUÇÕES FINAIS .....	17
7.1. Conclusão .....	17
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
9.1. APÊNDICE 1 – ROTEIRO DO ENSAIO DE TEMPORIZADOR .....	19
9.2. APÊNDICE 2 – ROTEIRO DA SIMULAÇÃO NO CADEe SIMU 2.0 .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
9.3. APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO - CONHECIMENTOS SOBRE CLP (PRÉ AULA) .....	28
9.4. APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO - CONHECIMENTOS SOBRE CLP (PÓS AULA) .....	29
9.5. APÊNDICE 5 – MINI – TESTE SOBRE CLP .....	30

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

O desenvolvimento tecnológico foi um avanço na automação industrial em virtude da globalização. O avanço do mundo tecnológico tornou o conhecimento técnico quase que obrigatório. Durante o *boom* econômico pós Segunda Guerra Mundial, o mundo encontrava-se em reforma. A busca em se recuperar fez com que o cenário industrial passasse por uma significativa transformação.

A integração da Tecnologia de Automação (TA) e da Tecnologia de Informação (TI) foi fato inevitável. Os sistemas de automação passaram por período de transformação à medida em que a confluência tecnológica mostrava-se necessária, fazendo com que a busca por tecnologias a custos reduzidos crescesse. O resultado foram soluções rápidas e pouco onerosas nos sistemas tecnológicos e equipamentos de automação, como por exemplo o Controlador Lógico Programável - CLP (Fonseca).

O CLP é um equipamento eletrônico digital de relevância na automação industrial, sendo capaz de controlar e monitorar vários tipos de máquinas e processos, segundo a ABNT. O Laboratório de Eletricidade Aplicada (LEA) da Faculdade UnB Gama (FGA) possui exemplares desse equipamento desde a sua inauguração, mas os CLPs encontram-se em desuso desde a sua aquisição. Apesar dos dispositivos estarem acompanhados com manuais de utilização que descrevem roteiros e sugestões laboratórias, não foram disponibilizados experimentos didáticos com sua aplicação.

Ressaltando a importância do dispositivo e classificando-o como uma excelente ferramenta para preparação de estudantes, principalmente durante sua graduação em engenharia, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de práticas laboratoriais em bancada didática do LEA referentes ao equipamento. As bancadas didáticas são ferramentas capazes de fornecer ao aluno, seja técnico ou de graduação, o espelho prático da teoria, podendo aplicar o que foi observado em exemplos do cotidiano (BEZERRA).

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo Geral

Objetiva-se com o desenvolvimento do trabalho a elaboração de ensaios laboratoriais empregando o Controlador Lógico Programável da marca WEG modelo CLIC-02 da WEG. Inicialmente, será elaborada uma aula com conhecimentos iniciais sobre o equipamento aos estudantes com pouca ou nenhuma experiência.

Posteriormente, o trabalho visa desenvolver um roteiro de ensaio buscando a utilização do equipamento CLP CLIC-02 da WEG em bancadas didáticas do LEA. Buscando ainda uma melhor assimilação do ensaio prático, objetiva-se elaborar um tutorial do software CDeSIMU 2.0 utilizado na simulação de rotinas automatizadas.

O cerne do projeto consiste no melhor aprendizado dos cursantes de disciplina que possibilitam a utilização de CLPs, tornando didático uma temática importante na formação profissional dos estudantes de engenharia.

### 1.2.2. Objetivo Específico

Elaboração de atividades práticas empregando os CLPs disponíveis no LEA da Faculdade UnB Gama, envolvendo ensaio prático em bancada didática e simulação no software CDe SIMU 2.0.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho está dividido em Etapas de Estudos, onde cada etapa refere-se à uma parte específica da ideia geral: Estudo da disciplina de Eletricidade Aplicada, Estudo do Laboratório de Eletricidade Aplicada – LEA, Estudo e desenvolvimento de novos ensaios e Desenvolvimento de questionários e mini-testes.

### 2.1. ETAPA 01 - Estudo da disciplina de Eletricidade Aplicada.

O curso de Eletricidade Aplicada da FGA é uma disciplina obrigatória para os cursos de Engenharia de Energia, Engenharia Automotiva, Engenharia Aeroespacial e Engenharia Eletrônica. A disciplina não possui pré-requisitos, porém é recomendada que seja cursada a partir do quarto semestre de graduação.

A ementa da disciplina, segundo o site da universidade, aborda a estrutura geral de redes elétricas. Aborda também conceitos fundamentais e teoria de circuitos magnéticos. Contextualiza os métodos de análise de sistemas elétricos em geral, bem como motores elétricos e princípios de funcionamento de relés (UNB, 2016).

### 2.2. ETAPA 02 - Estudo do Laboratório de Eletricidade Aplicada – LEA.

A primeira etapa do trabalho busca conhecer as instalações e o espaço do Laboratório de Eletricidade Aplicada - LEA, bem como suas ferramentas, bancadas didáticas e equipamentos já pertencentes ao laboratório, de modo que as ideias adicionais para o foco da disciplina sejam coerentes.

As bancadas têm como foco principal auxiliar no processo de treinamento básico em áreas da engenharia, tornando a aprendizagem mais clara e objetiva. Notou-se que o laboratório possui equipamentos subutilizados ou em desuso, em alguns casos unicamente por falta de elaboração de experimentos, como é o caso dos Controladores Lógicos Programáveis. Apesar de possuir material que fundamente e oriente a realização de ensaios, os CLPs estão obsoletos desde sua aquisição.

### 2.3. ETAPA 03 - Estudo e desenvolvimento de novos ensaios.

Etapa de desenvolvimento de uma aula introdutória sobre o CLP e elaboração de dois ensaios para a prática laboratorial, buscando a aplicação do conteúdo explanado na aula teórica, empregando o CLP Clic 02 da WEG com apoio dos materiais pertencentes ao LEA.

Além disso, busca interagir os estudantes com simulações no software livre CAdE SIMU 2.0. O uso de simulações aumenta o campo de visão do estudante, tornando importante seu contato durante aulas de um laboratório. Trata-se de um software eletrotécnico que permite a simulação de diagramas e circuitos elétricos. Com auxílio de sua biblioteca, é possível desenvolver e criar diagramas de comandos elétricos inserindo e agrupando em maneiras diversas os símbolos eletrotécnicos.

Sua aplicação exige do usuário conhecer previamente conceitos básicos da eletricidade e também de comandos elétricos. No entanto, trata-se de um programa simples e intuitivo que com pouco conhecimento o usuário interage facilmente, criando diagramas de baixa complexidade para a realização de simulações. O CAdE SIMU é um software de aplicação profissional voltado à área elétrica. A partir desse é possível realizar montagem de diagramas de potência e comando de uma forma fácil, interativa e rápida.

### 2.4. ETAPA 04 – Desenvolvimento de questionários e mini-testes.

Uma das etapas do trabalho trata do levantamento de dados para uma pesquisa qualitativa e quantitativa em forma de questionários utilizando uma técnica de pesquisa educacional (MARCONI).

Com a análise estatística e avaliando o método empregado, é possível verificar o conhecimento dos alunos com o equipamento no pré experimento, bem como qualificar sua absorção no questionário pós-experimento (PRADO).



### 3. EXPLICAÇÃO DAS BANCADAS DIDÁTICAS WEG

#### 3.1. ASPECTOS GERAIS

As bancadas têm como foco principal auxiliar no processo de treinamento básico em áreas da engenharia, tornando a aprendizagem mais clara e objetiva. Segundo Amorim (2005), as bancadas didáticas experimentais (Figura 1) são equipamentos indispensáveis em atividades de ensino de todas as engenharias.

Cada bancada didática do LEA é constituída de duas estações de trabalho. Os kits de componentes são operados com a ajuda dos trilhos “din”, que são os suportes de alumínio.

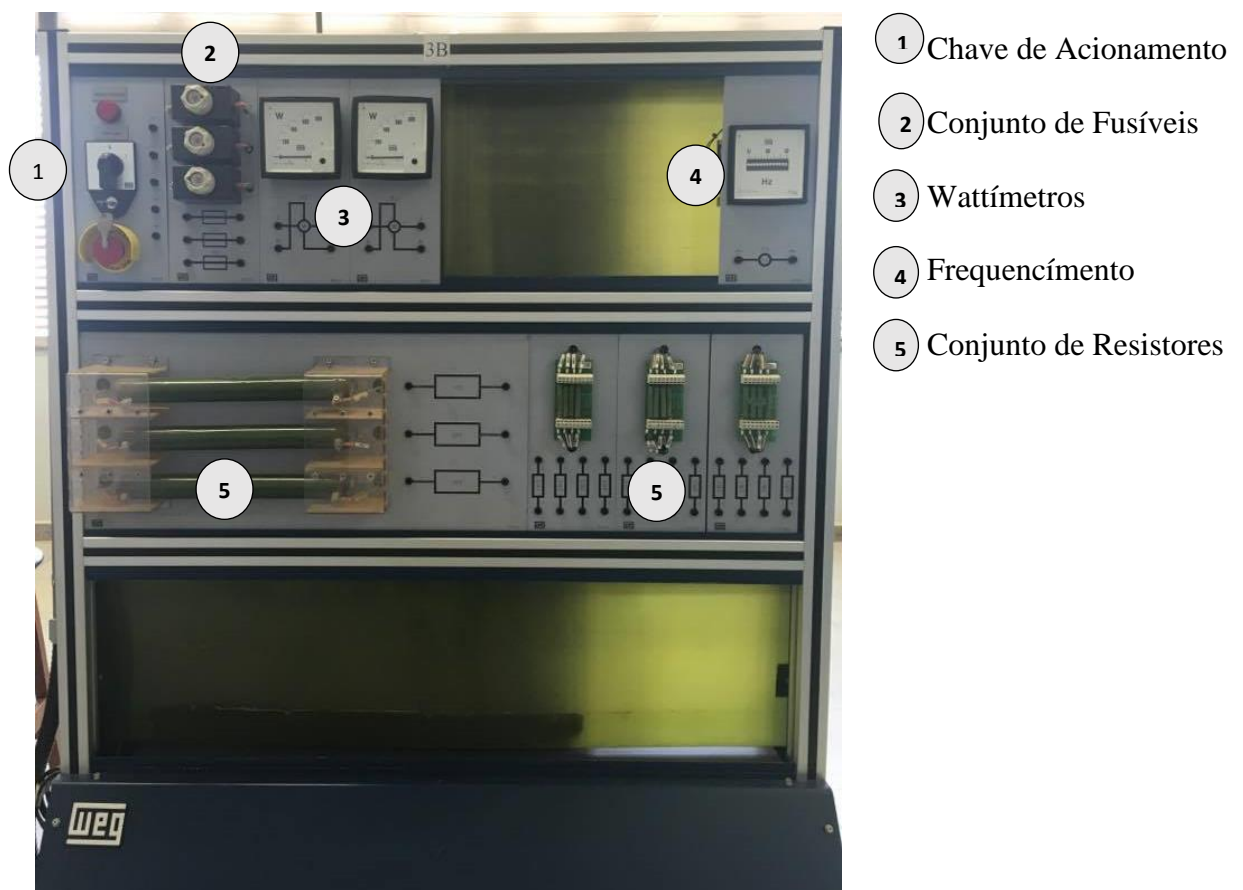
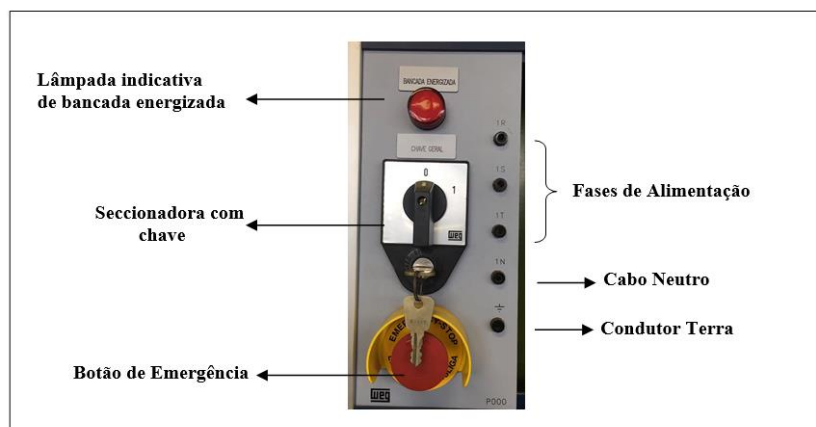


Figura 1. Bancada Didática Experimental com os principais dos componentes: resistores, wattímetro e voltímetro.

Para cada estação de trabalho, há uma Chave de Acionamento (Figura 2) e um botão de emergência.



**Figura 2. Chave de acionamento da Bancada.**

Os ensaios realizados no Laboratório de Eletricidade Aplicada dispõem também de componentes diversos como indutores, resistores, capacitores, lâmpadas e medidores como wattímetros, amperímetros, voltmímetro, frequencímetro, entre outros.

As diferentes combinações destes componentes permitem diversos tipos de montagens explicativas, entre elas: circuitos em corrente contínua ou corrente alternada, comprovação das leis e teoremas vistos em aula expositiva, medição de potências reativas e ativas, defasagem tensão/corrente, entre outros (BEZERRA).

## 3.2 BANCADA DE ACIONAMENTO DO CLP

### 3.2.1. Especificações gerais

O objetivo principal do uso desta bancada no experimento é o acionamento do CLP CLIC 02 da WEG (Figura 3), permitindo ao aluno o aprendizado do princípio de seu funcionamento.



**Figura 3. Placa P070 pertencente ao LEA com o equipamento CLIC 02 da WEG. Acervo próprio.**

Em bancada didática, o CLP pode ser programado em Linguagem Ladder via Interface Homem Máquina (IHM) ou manualmente, por FBD (Diagrama de Blocos de Função). A Linguagem Ladder é a linguagem gráfica para programação de CLPs, muito semelhante aos diagramas elétricos (WEG).

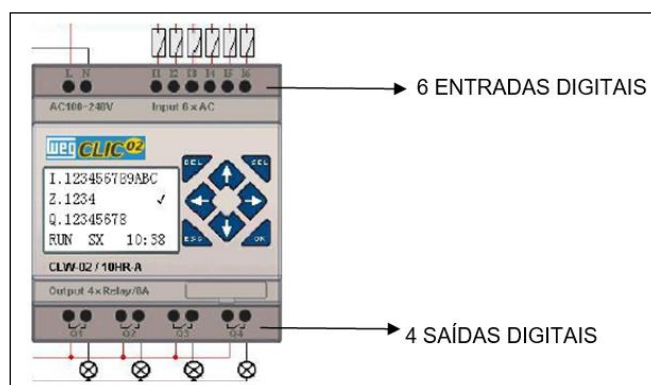
A WEG disponibiliza o *download* gratuito do *Software Clic 02* para sua programação e simulações.

### 3.2.2. Modelo e Características

O equipamento pertencente ao LEA é o CLP Clic 02 WEG – CLW-02/10HR-A. Sua especificação técnica, segundo o Manual do Usuario da WEG, encontra-se no Quadro 1 abaixo:

**Quadro 1. Especificações Técnicas do Clic 02. Fonte: WEG (com adaptações).**

Modelo	Tensão de Alimentação	Entradas		Saídas Digitais		Display & Teclado
		Digital	Análogica	Relé	Transistor	
CLW-02/10HR-A	100 ~ 240 Vca	6	-	4	-	√, Z01-Z04



**Figura 4. Entradas e saídas digitais do CLIC 02. Fonte: WEG (com adaptações).**

O CLP é dividido em quatro partes principais: Unidade Central de Processamento (CPU), Memória, Módulo/cartão de Entrada e Saída e Fonte de Alimentação (Figura 4). O CLIC-02 permite no máximo 44 pontos de Entradas e Saídas Digitais. As entradas digitais de inserção de sinais realimentam a malha do controlador, enquanto as saídas possibilitam a automação através da malha de controle implementada pelo CLP.

## 4. ASPECTOS TEÓRICOS

### 4.1. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO CLP

O Controlador Lógico Programável é atualmente a ferramenta mais utilizada no processo de automação industrial, projetado para comandar e monitorar máquinas ou processos industriais por meio de um microprocessador que desempenha funções de controle através de softwares desenvolvidos pelo usuário (Cruz, 2011).

Seu ciclo de funcionamento (Figura 5) permite acionar as saídas de acordo com um estado pré estabelecido, verificando o funcionamento da CPU, memórias e estado das chaves.



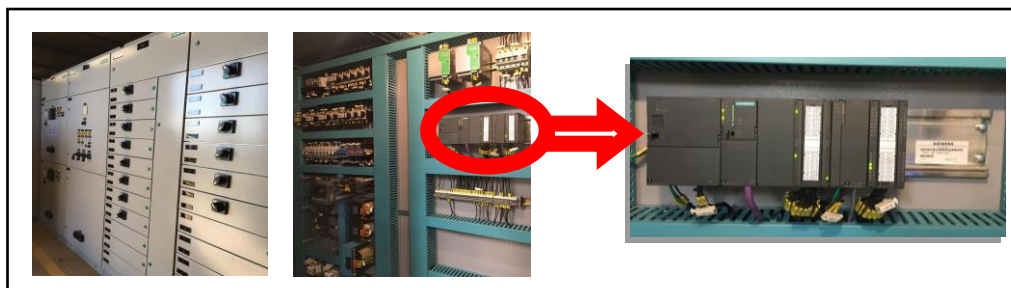
**Figura 5. Ciclo de funcionamento do CLP. Elaboração Própria.**

#### 4.2.1. Aplicação do CLP

O CLP é usualmente utilizado na indústria em virtude de sua flexibilidade de programação e de hardware, sendo caracterizado como um computador dedicado, baseado em um microprocessador que desempenha funções de controle inseridas pelo usuário através do software.

Sua aplicação é ampla, podendo ser encontrado no controle de um pequeno elevador ou até em grande plataforma petrolífera. Seu uso é diversificado em controle de Turbomáquinas, controle de Processos químicos, controle de máquinas

eletro-hidráulicas, controle de motores elétricos e bombas, comandos e acionamentos elétricos em geral, entre outros. A Figura 6 apresenta um exemplo encontrado na prática do uso de CLP na Usina Hidrelétrica de Corumbá IV.



**Figura 6. Exemplo de CLP utilizado em uma Usina Hidrelétrica de Corumbá IV no Goiás. Acervo próprio.**

Sua aplicação também não se limita ao setor industrial, podendo naturalmente ser utilizado na automação de prédios e residências com finalidades diversas, como controlar bombas de água, iluminação programada, automação de sistemas de proteção de incêndio, controle de acesso, e até mesmo gerenciamento de energia.

#### 4.2.2. Programação em Lógica Ladder

O CLP utiliza a lógica programável Ladder para acionar suas saídas. A linguagem Ladder baseia-se em simples comandos desenvolvida por eletrotécnicos e técnicos profissionais da área de controle a fim de facilitar sua utilização no chão de fábrica.

A Lógica Ladder possui diferentes pontos de entrada e saída, as chamadas variáveis digitais (Quadro 2). Cada conjunto dos blocos da sequência de suas variáveis digitais corresponde a um comando de saída, podendo conter no máximo 7 linhas e 11 colunas (WEG).

**Quadro 2. Variáveis Digitais da Lógica Ladder. Fonte: WEG.**

	Símbolo	Contatos ┌─┐ ┌─┐ ┌─┐	Quantidade
Entrada Digital	I	I / i	12
Saída Digital	Q	Q / q	8
Entrada via Teclado	Z	Z / z	4
Entrada Digital de Expansão	X	X / x	12
Saída Digital de Expansão	Y	Y / y	12
Marcador Auxiliar	M	M / m	63
	N	N / n	63
Temporizador	T	T / t	31
Contador	C	C / c	31
RTC	R	R / r	31
Comparador	G	G / g	31

## 5. PRÁTICAS PARA LABORATÓRIO

### 5.1. CONHECIMENTOS INICIAIS SOBRE CLP

Este ensaio objetiva o primeiro contato do aluno com o CLP. A parte com introdução teórica é importante para a aprendizagem por meio de imagens e vídeos explicativos do equipamento em questão e de sua aplicação.

Para a prática desta aula, as notas de aula são dispostas com ilustrações, vídeos e exemplos com os principais pontos sobre o funcionamento do CLP.

### 5.2. ENSAIO 01 – PRÁTICA DO TEMPORIZADOR EM BANCADA DIDÁTICA

O Ensaio de Temporizador (Apêndice 1), busca atingir a prática consistente dos alunos com o CLP de modo que possam interagir com o equipamento em bancada didática.

Para este ensaio, o aluno deve ter o máximo contato com o CLP na bancada. O aluno recebe o roteiro com os procedimentos a serem seguidos incluindo os materiais utilizados e o Diagrama de Montagem (Figura 9).

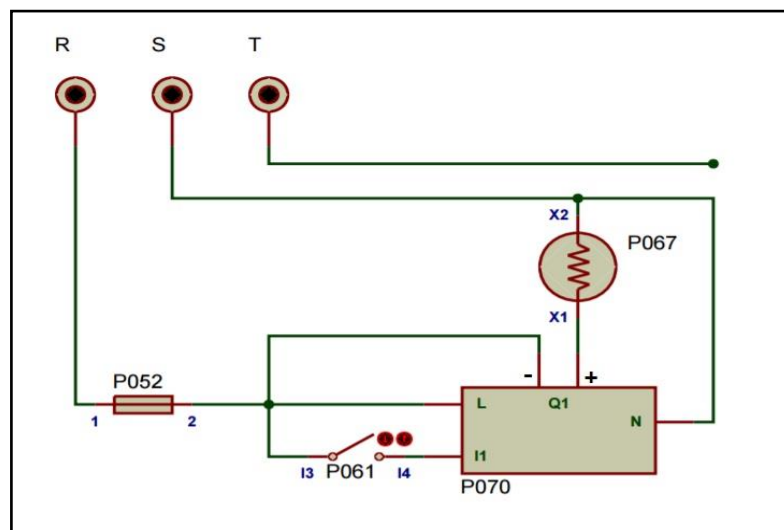


Figura 7. Diagrama de Montagem do ensaio de Temporizador. Elaboração Própria.



**Figura 8. Bancada Didática para o ensaio de Temporizador sem fiação. Acervo próprio.**

### 5.3. ENSAIO 02 – Simulação de Temporizador On-delay no CadeSimu

Os temporizadores funcionam como um relé de tempo com capacidade de realizar operações de chaveamento com a manipulação de tempo. Os temporizadores se dividem em modalidades on-delay e off-delay. No temporizador on-delay, quando acontece a energização da bobina do relé temporizador, os contatos mudam os estados depois de um tempo previamente determinado. Já no temporizador off-delay, os contatos mudam os estados imediatamente após a bobina ser energizada, e, depois de um tempo, voltam ao estado inicial.

O CADe SIMU é um software de aplicação simplificada e intuitiva que facilita a implementação de comandos de controle menos complexos. Utilizando sua simples biblioteca de grupos com símbolos eletrotécnicos, é possível desenvolver e criar diagramas de comandos elétricos inserindo-os e agrupando-os em maneiras diversas.



## 6. RESULTADOS OBTIDOS

### 6.1. CONHECIMENTOS INICIAIS DO CLP

A aula de conhecimentos iniciais sobre o CLP, realizada no LEA, introduziu o assunto com informações técnicas a respeito do equipamento e também de seu funcionamento.



**Figura 9. Aula Introdutória de CLP no LEA. Acervo próprio.**

### 6.2. ENSAIO 01 – TEMPORIZADOR

No primeiro momento, os estudantes montaram o experimento em bancada identificando os componentes necessários de acordo com o roteiro disposto no Apêndice 1 deste trabalho (Figura 10). Feito isso, os alunos tiveram contato com a Lógica Ladder durante a programação do CLP. Por fim, no momento da energização de bancada auxiliada pelo técnico de laboratório, o ensaio permitiu que o temporizador fosse acionado e a carga (lâmpada) acendesse.



**Figura 10. Ensaio CLP - Alunos utilizando bancada didática. Acervo próprio.**

A Figura 11 abaixo mostra a montagem na bancada didática, seguindo o procedimento utilizado pelos alunos de acordo com o diagrama de montagem disposto no roteiro.



**Figura 11. Montagem em bancada do ensaio de Temporizador. Acervo próprio.**

### 6.3. ENSAIO 02 – SIMULAÇÃO NO CADe SIMU 2.0

O roteiro no Apêndice 2 traz o tutorial com o passo a passo da montagem do circuito no programa. A simulação realizada na aula posterior ao experimento prático contribuiu para o maior envolvimento do aluno junto ao software, tendo como base o pré conhecimento adquirido com a prática do CLP em bancada.



**Figura 12. Alunos em aula prática da Simulação do Temporizador no software CADe SIMU 2.0. Acervo próprio.**

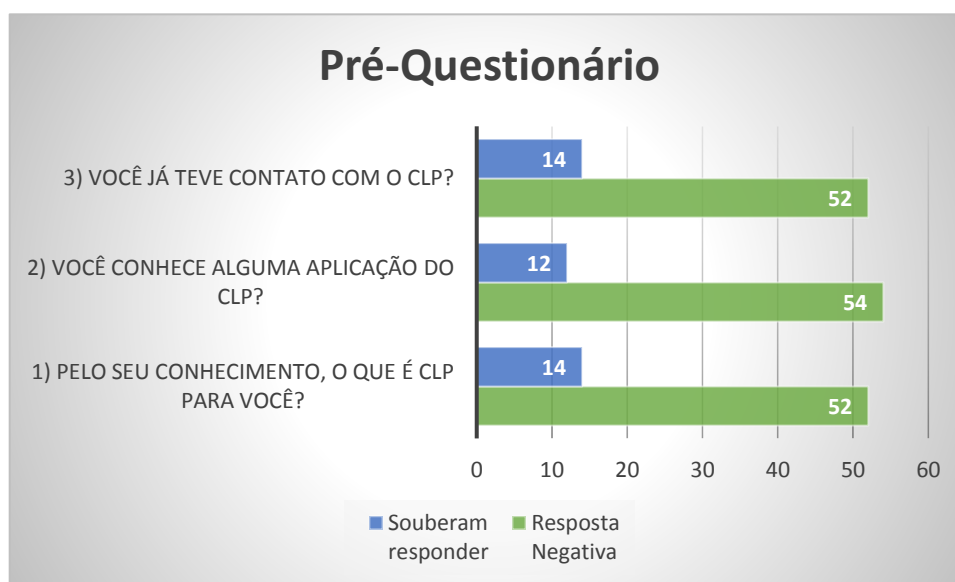
## 6.4. QUESTIONÁRIOS E MINI- TESTES

A avaliação da metodologia da pesquisa pedagógica qualitativa e quantitativa utilizada retornou os seguintes dados:

- Questionário – CONHECIMENTOS SOBRE CLP (Pré - aula):

**Quadro 3. Resultado do Questionário Pré-aula.**

PRÉ- QUESTIONÁRIO	Resposta Negativa (N° de alunos)	Souberam responder (N° de alunos)
1) Pelo seu conhecimento, o que é CLP para você?	52	14
2) Você conhece alguma aplicação do CLP?	54	12
3) Você já teve contato com o CLP?	52	14

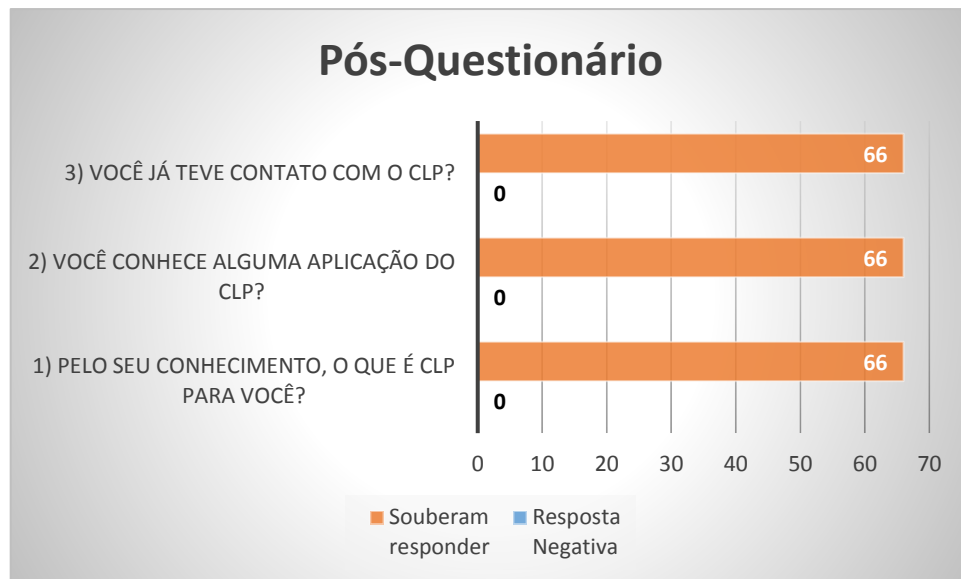


**Gráfico 1. Resultado do Questionário pré-aula.**

- Questionário – CONHECIMENTOS SOBRE CLP (Pós - aula):

**Quadro 4. Resultado do Questionário Pós-aula.**

PÓS- QUESTIONÁRIO	Resposta Negativa (N° de alunos)	Souberam responder (N° de alunos)
1) Pelo seu conhecimento, o que é CLP para você?	0	66
2) Você conhece alguma aplicação do CLP?	0	66
3) Você já teve contato com o CLP?	0	66



**Gráfico 2. Resultado do Questionário pós-aula.**

- Mini – teste – Conhecimentos sobre o CLP:

**Quadro 5. Resultado do Mini - Teste.**

MINI - TESTE	Resposta Negativa (N° de alunos)	Souberam responder (N° de alunos)
1) Defina com suas palavras o que é CLP.	0	66
2) Preencha a figura abaixo de acordo com seu conhecimento sobre o Princípio de Funcionamento do CLP.	0	66
3) Com suas palavras, o que você entendeu com o Experimento de Temporizador?	0	66

## **7. INSTRUÇÕES FINAIS**

### **7.1. Conclusão**

Com o objetivo de contornar a ausência de conhecimento acerca do CLP pelos estudantes da disciplina de Eletricidade Aplicada da FGA, o presente trabalho resultou no desenvolvimento de uma aula introdutória sobre CLP, além de um ensaio de prática laboratorial em bancada didática e um tutorial com simulação de circuito de temporizador no software CAdE SIMU.

No início da aula introdutória, assim como ao final, foram realizadas perguntas aos alunos por meio de questionários sobre o equipamento. Mediante à validação das respostas do questionário pré-aula, percebeu-se que 80,3% dos alunos de engenharia cursando a disciplina de Eletricidade Aplicada não possuíam algum conhecimento prévio sobre o equipamento CLP, identificando assim uma problemática a ser resolvida.

Durante o ensaio do temporizador, percebeu-se que os alunos sentiram-se motivados em aprender sobre o equipamento. Após validação das respostas do questionário pós-aula, a fim de resgatar a absorção do assunto trabalhado, verificou-se que 100% dos alunos obtiveram respostas convincentes. Foi aplicado também um mini-teste com três perguntas específicas, e obteve-se 100% das respostas positivas em relação ao conteúdo abordado.

Por fim, levando em consideração a importância do CLP para a formação do estudante de graduação em engenharia, os ensaios propostos nos objetivos deste trabalho resultaram com satisfação a integração do estudante da disciplina Eletricidade Aplicada com o equipamento CLIC 02 da WEG.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, M. O. F. **Desempenho de sistemas de automação – métricas e práticas. VIII Seminário de Automação de Processos**, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, Belo Horizonte, MG, 8., 2004. ABM 2004, p. 18-28.

GUIEIRO, A. G., LEÃO, J. A., ABREU, L F. **Metodologia para análise de redes de automação em operação**. 13º Seminário de Automação e Processos, Belo Horizonte, MG, 2009.

UnB. **Ementa de Cruso de Graduação**. Disponível em:  
<http://matriculaweb.unb.br/graduacao/disciplina>. Acessado em 15 de outubro de 2016.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

PRADO, M. E. B. B. **Tecnologia, currículo e projetos**. Ministério de Educação.

AMORIM, M.J. **Desenvolvimento de bancada didático Experimental de baixo custo para aplicações em aplicações em controle ativo de vibrações**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade estadual de campinas, Campinas.

BEZERRA, R. S. **Desenvolvimento de ensaios para o laboratório de instalações elétricas**. 2010. 157 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

Manual do Usuário. **WEG**. Série: CLIC-02. 2010.

CRUZ, V. S. **Automação Industrial**. 2011. UFRN.

GURGEL, F.M. **Aplicações de inversores eletrônicos na indústria nacional: a contribuição brasileira**, 2009.

FITZGERAL, A. E.; Kingsley Jr, C.; Kusko, A. **Máquinas Elétricas**. 6ª Ed. Rio Grande do Sul: Bookman 2006.

Notas de aula. UFPR. [www.madeira.ufpr.br/disciplinasivan/AULACLIP](http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasivan/AULACLIP)

## 9. APÊNDICES

### 9.1. APÊNDICE 1 – ROTEIRO DO ENSAIO DE TEMPORIZADOR

#### UnB/FGA 201634 – Laboratório de Eletricidade Aplicada Ensaio #001 – Temporizador utilizando o CLP

---

##### Objetivos

- **Experimento: Temporizador.**
  - Montagem do CLP Clic 02 em bancada didática.
  - Configuração do CLP Clic 02.
  - Utilização da Lógica Ladder.

##### Introdução

- **Controlador Lógico Programável**

O Controlador Lógico Programável (CLP) foi projetado para comandar e monitorar máquinas ou processos industriais, trazendo inovações tecnológicas como a ferramenta mais utilizada no processo de automação industrial. Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association), trata-se de um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável, capaz de armazenar instruções para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, por meio de módulos de entradas e saídas. Os temporizadores ou *timers* são de grande uso no campo industrial. O Ensaio de Temporizador utilizando o CLP mostra para o aluno o seu funcionamento em situações que implementam a função de temporização.

- **Características técnicas**

Para o Experimento de Temporizador, será utilizado o CLP Clic 02 WEG – CLW-02/10HR-A. Sua especificação técnica, segundo o Manual do Usuário da WEG, encontra-se abaixo:

**Quadro 1. Especificações Técnicas do Clic 02. Fonte: Manual do usuário – Clic 02 WEG, com adaptações.**

Modelo	Tensão de Alimentação	Entradas		Saídas Digitais		Display & Teclado
		Digital	Analógica	Relé	Transistor	
CLW-02/10HR-A	100 ~ 240 Vca	6	-	4	-	√, Z01-Z04

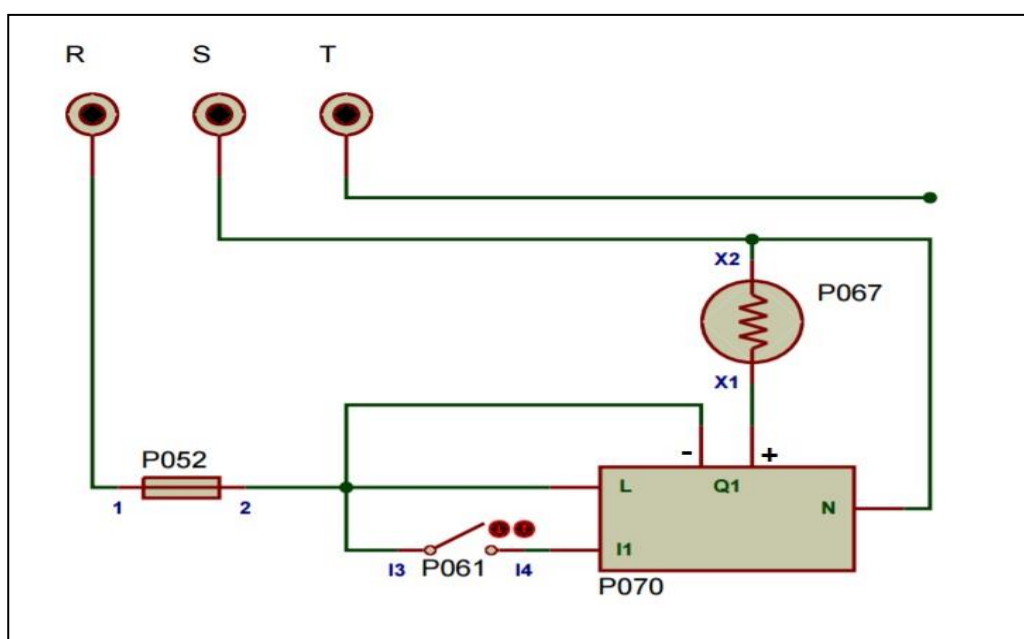




## Material Utilizado

- Placa P000 – Chave de acionamento;
- Placa P061 – 3 Botões NA;
- Placa P022 – 3 Fusíveis;
- Placa P067 – 3 lâmpadas;
- Placa P070 – CLP Clic 02.

## Procedimentos:



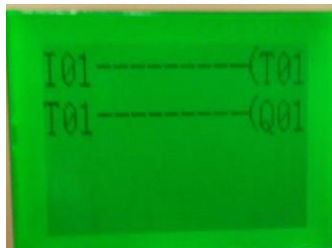
**Figura 2 – Diagrama de Montagem. Elaboração própria.**

- **Montagem:**
  - I. Certifique-se de que a Bancada encontra-se desligada.
  - II. Separe o material, manuseando com cuidado.
  - III. Monte seu circuito na Bancada de acordo com o Diagrama de Montagem da Figura 1.
- **Configuração do Temporizador no CLP Clic 02 - WEG:**
  - I. Energize a bancada, com o auxílio do técnico.
  - II. No menu principal do Clic 02, escolha a função LADDER, como mostra a Figura 3 abaixo:



**Figura 3– Menu Principal do Clic 02. Fonte: Manual do usuário – Clic 02 WEG.**

A função LADDER permite que você edite seu programa. Com a ajuda dos botões de navegação do teclado, edite seu programa de acordo com a Figura 4 mostrada abaixo:



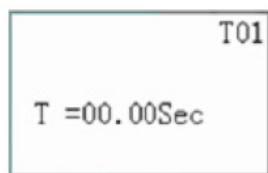
**Figura 4 – Linha de comando para Temporizador. Fonte: Acervo próprio.**

III. Novamente no menu principal, escolha a função BLOCK FUN. Edite seu bloco de funções de acordo com a Figura 5 a seguir:



**Figura 5 – Bloco de funções do Temporizador. Fonte: Acervo próprio.**

IV. De volta ao menu principal, na função PARÂMETRO, escolha os segundos (Sec) do seu parâmetro T para o Temporizador:



**Figure 6 – Parâmetro T para o Temporizador. Fonte: Manual do usuário – Clic 02 WEG.**

V. No menu principal, escolha a opção RUN. Para finalizar, pressione o botão (Placa P061) até o momento da lâmpada (Placa P067) acender.



- 1) Execute o CADeSIMU.exe. Em seguida, digite a senha de acesso 4962 - Chave de Acesso Padrão (Figura 2).

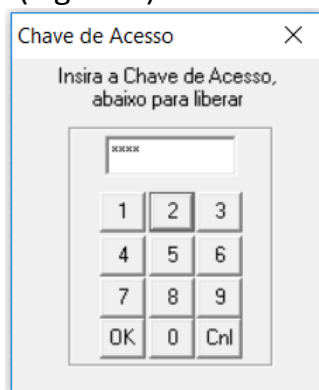


Figura 2. Tela de chave de acesso do CADe SIMU.

- 2) Na barra de ferramentas (Figura 3), encontra-se a biblioteca dividida em grupos, onde é possível identificar as funções de: ALIMENTAÇÃO, FUSÍVEIS, PROTEÇÕES, MOTORES, etc.

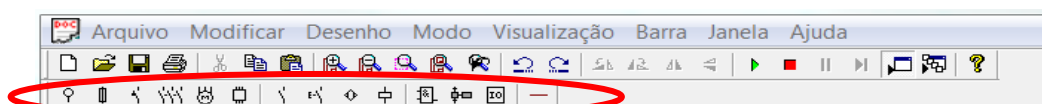


Figura 3. Barra de ferramentas com símbolos elétricos dividindo a biblioteca em grupos elétricos.

- 3) Identifique a alimentação de rede trifásica  (Figura 4).

Escolha a Alimentação L+N . Basta clicar e arrastar para a área de desenho.

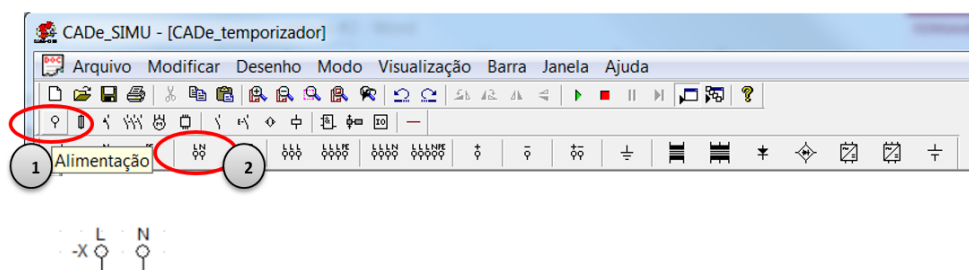



Figura 4. Passos para identificar o símbolo da rede de alimentação.

- 4) Identifique o fusível  e o arraste para a área de desenho.

- 5) Identifique o símbolo do **Botão NA** .

Para identificá-lo, basta seguir os passos da Figura 5.

O botão escolhido deve ser semelhante ao mostrado na Área de Desenho abaixo.

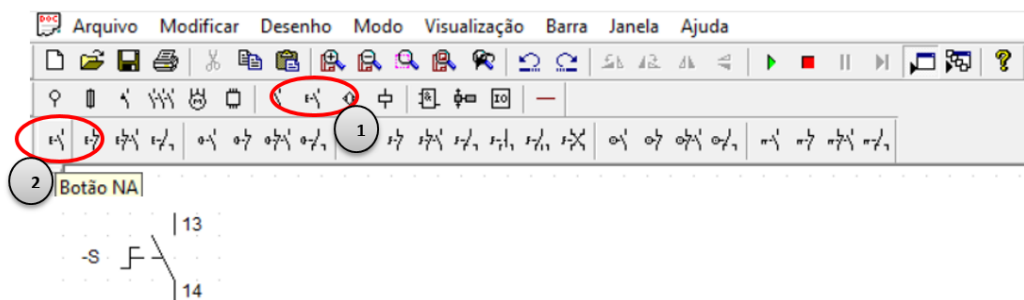


Figura 5. Passos para a identificação do Contato interruptor NA.

- 6) Identifique o símbolo do **Contato auxiliar NA**.

Para identificá-lo, basta seguir os passos da Figura 6.

O contato escolhido deve ser semelhante ao mostrado na Área de Desenho abaixo.

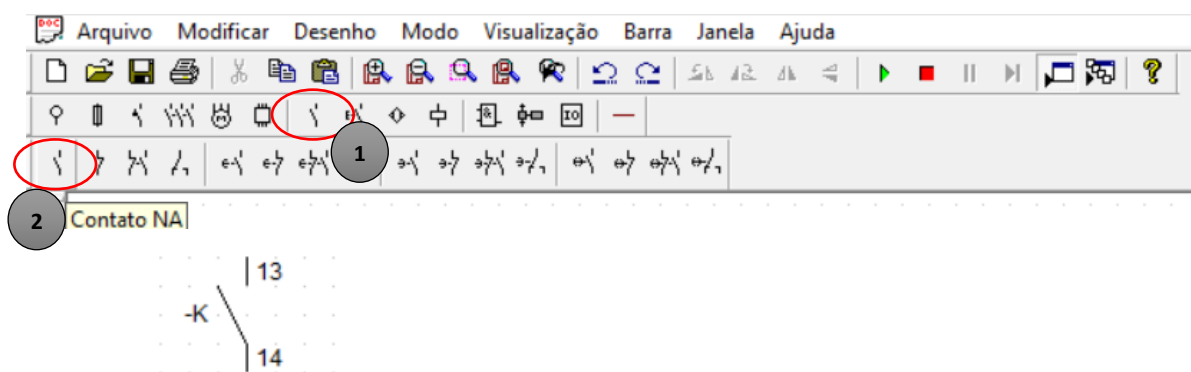


Figura 6. Passos para identificar o Contato Auxiliar NA.

- 7) Identifique o símbolo do **Contato Temporizado com Retardo na**

**Energização**. Para identificá-lo, basta seguir os passos da Figura 7. O contato deve ser semelhante ao mostrado na Área de Desenho abaixo.

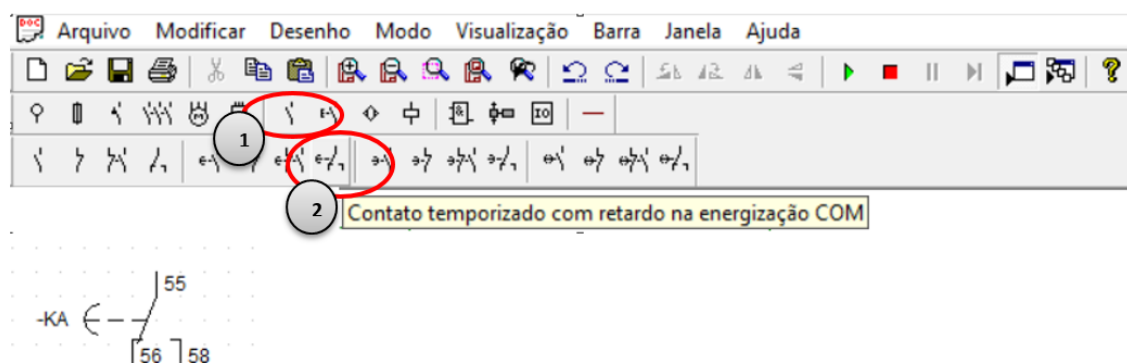


Figura 7. Passos para identificar o símbolo do Contato Temporizado com Retardo na Energização.

- 8) Identifique o símbolo da **Bobina monoestável** e o **Temporizador na Energização**. Para identificá-lo, basta seguir os passos da Figura 8. Os dois componentes escolhidos devem ser semelhantes ao mostrado na Área de Desenho abaixo.

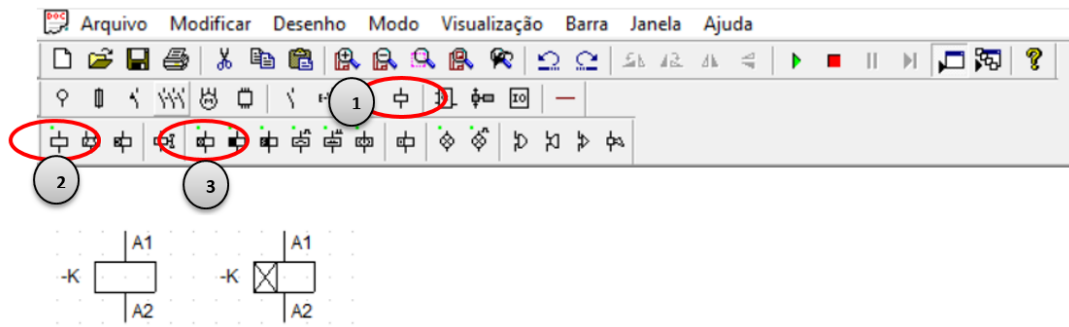


Figura 8. Passos para identificar Bobina monoestável e o Temporizador na energização.

É

importante configurar o Timer do Temporizador na Energização para a simulação. Com um clique duplo no componente, aparecerá a seguinte tela de configuração:

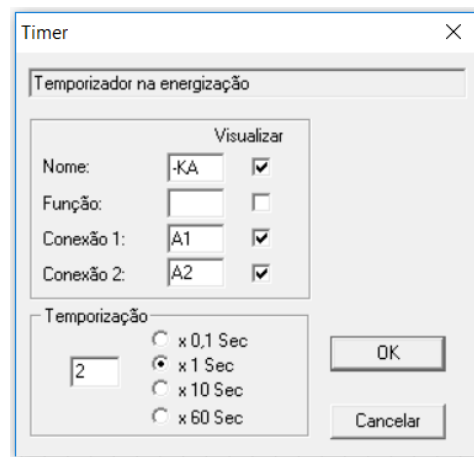




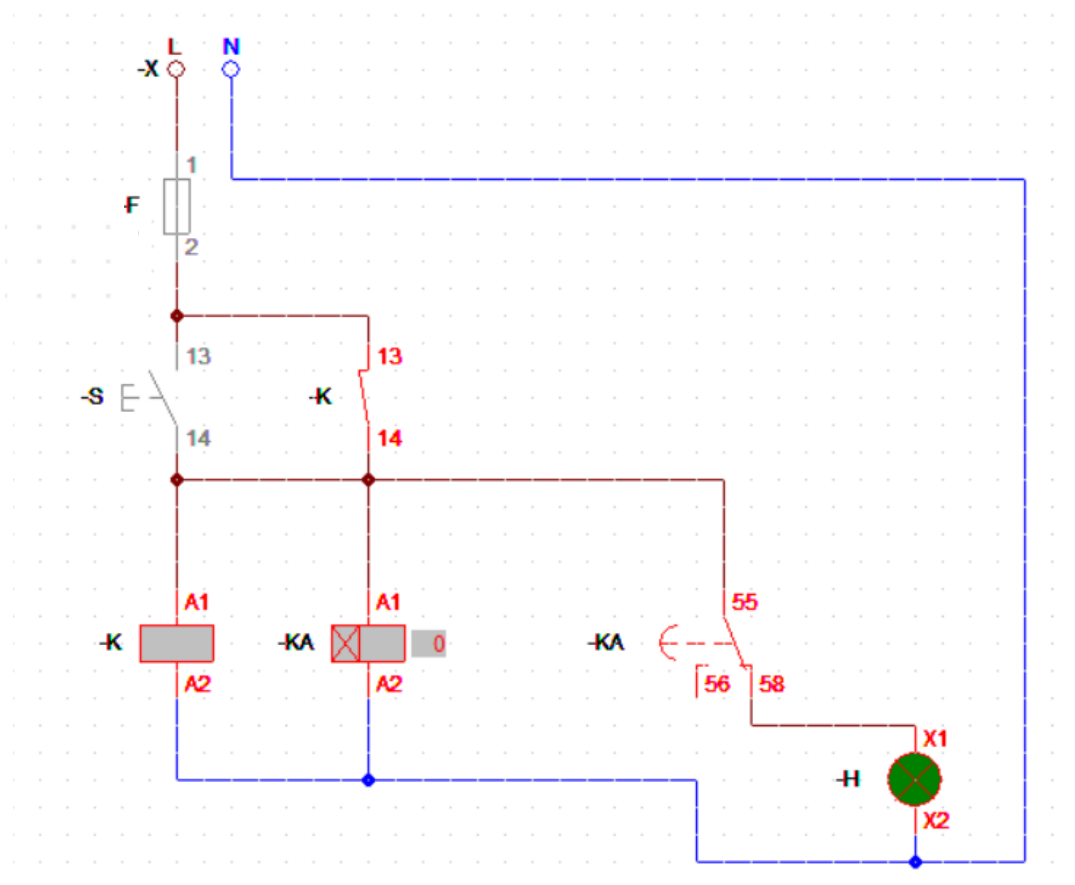
Figura 9. Tela de Configuração do Temporizador.

9) No mesmo grupo de funções

dos contatos acima, identificar a **Lâmpada** .

10) Utilize a função do ícone  para interligar os componentes de acordo com a Figura 1.

11) Com o diagrama pronto, aperte o botão **PLAY** . Clique no componente referente ao **Contato Interruptor NA** para acionar o temporizador e fazer a lâmpada acender, como mostra a Figura 10 abaixo.



**Figura 10. Circuito em fase de simulação.**

### 9.3. APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO - CONHECIMENTOS SOBRE CLP (PRÉ AULA)



#### Aula “CLP CLIC 02 - WEG”

**Instituição:** Universidade de Brasília – Faculdade Gama

**Curso:** Engenharia

**Professor:** Suélia S. Rodrigues Fleury Rosa

**e-mail:** suelia@unb.br

**Ano:** 2016/2

**Disciplina:** LABORATORIO - Eletricidade Aplicada

**ALUNO:**

**MATRICULA:**

**TURMA:**

*“Um desafio sempre presente na vida de cada pessoa é procurar conhecer-se a si próprio e às pessoas com quem se relaciona ou se pretende relacionar. Uma das formas de responder a este desafio assenta no conhecimento dos estilos de aprendizagem predominantes em cada pessoa.”*

#### QUESTIONARIO: PRÉ – AULA

1) Pelo seu conhecimento, o que é CLP para você?

2) Você conhece alguma aplicação do CLP?

3) Você já teve contato com o CLP?



#### 9.4. APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO - CONHECIMENTOS SOBRE CLP (PÓS AULA)



#### Aula “CLP CLIC 02 - WEG”

**Instituição:** Universidade de Brasília – Faculdade Gama

**Curso:** Engenharia

**Professor:** Suélia S. Rodrigues Fleury Rosa

**e-mail:** suelia@unb.br

**Ano:** 2016/2

**Disciplina:** LABORATORIO - Eletricidade Aplicada

**ALUNO:**

**MATRICULA:**

**TURMA:**

*“Um desafio sempre presente na vida de cada pessoa é procurar conhecer-se a si próprio e às pessoas com quem se relaciona ou se pretende relacionar. Uma das formas de responder a este desafio assenta no conhecimento dos estilos de aprendizagem predominantes em cada pessoa.”*

#### QUESTIONARIO: PÓS – AULA

1) Pelo seu conhecimento, o que é CLP para você?

2) Você conhece alguma aplicação do CLP?

3) Você já teve contato com o CLP?

## 9.5. APÊNDICE 5 – MINI – TESTE SOBRE CLP



## Aula “CLP CLIC 02 - WEG”

**Instituição:** Universidade de Brasília – Faculdade Gama

**Curso:** Engenharia

**Professor:** Suélia S. Rodrigues Fleury Rosa

**e-mail:** suelia@unb.br

**Ano:** 2016/2

**Disciplina:** LABORATORIO - Eletricidade Aplicada

**ALUNO:**

**MATRICULA:**

**TURMA:**

*“Um desafio sempre presente na vida de cada pessoa é procurar conhecer-se a si próprio e às pessoas com quem se relaciona ou se pretende relacionar. Uma das formas de responder a este desafio assenta no conhecimento dos estilos de aprendizagem predominantes em cada pessoa.”*

**QUESTIONARIO: MINI-TESTE DE CLP**

1) Defina com suas palavras o que é CLP.

2) Preencha a figura abaixo de acordo com seu conhecimento sobre o Princípio de Funcionamento do CLP.



1)

2)

3)

3) Com suas palavras, o que você entendeu com o Experimento de Temporizador?